

Recomendações para a escolha e manejo de plantas forrageiras em sistemas silvipastoris no Sul do Brasil



*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Centro de Pesquisa de Pecuária dos Campos Sulbrasil
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

Documentos 76

Recomendações para a escolha e manejo de plantas forrageiras em sistemas silvipastoris no Sul do Brasil

A. C. Varella

J. Ribaski

V. P. Silva

A. B. Soares

A. Moraes

H. Moraes

J. C. Saibro

R. S. Barro

C. H. E. C. Poli

B. M. Paulino

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Pecuária Sul

BR 153, km 603 - Caixa Postal 242

CEP 96401-970 - Bagé, RS

Fone/Fax: (0XX53) 3242-8499

<http://www.cppsul.embrapa.br>

sac@cppsul.embrapa.br

Comitê Local de Publicações da Embrapa Pecuária Sul

Presidente: Alexandre Varella

Secretária-Executiva: Ana Maria Sastre Sacco

Membros: Eduardo Salomoni, Eliara Freire Quincozes, Graciela Olivella Oliveira, Magda Vieira Benavides, Naylor Perez, João Batista Beltrão Marques.

Supervisor editorial: Ana Maria Sastre Sacco

Revisor de texto: Ana Maria Sastre Sacco

Normalização bibliográfica: Graciela Olivella Oliveira

Tratamento de ilustrações: Kellen Pohlmann

Editoração eletrônica: Kellen Pohlmann

Foto da capa: Kéke Barcellos e Teresa Cristina Moraes Genro

1ª edição

1ª impressão (2008): tiragem

Todos os direitos reservados.

A reprodução não-autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Embrapa Pecuária Sul

Recomendações para a escolha e manejo de plantas forrageiras em sistemas silvipastoris no Sul do Brasil / A.C. Varella, J. Ribaski, V. P. Silva, A. B. Soares, A. Moraes, H. Moraes, J. C. Saibro, R. S. Barro, C. H. E. C. Poli, B. M. Paulino. _ Bagé: Embrapa Pecuária Sul, 2008.

(Documentos / Embrapa Pecuária Sul, ISSN 1982-5390 ; 76)

Sistema requerido: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso:

<<http://www.cppsul.embrapa.br/unidade/publicacoes/list/192>>

Título da página Web (acesso em 31 dez. 2008)

1. Planta forrageira. 2. Manejo. 3. Sistema silvipastoril. I. Título. II. Série.

Autores

Varella, A.C.

Pesquisador da Embrapa Pecuária Sul

E-mail: avarella@cppsul.embrapa.br

Ribaski, J.

Embrapa Florestas

Silva, V. P.

Embrapa Florestas

Soares, A. B.

UFT/PR, Pato Branco/PR

Moraes, A.

UFPR, Curitiba/PR

Morais, H.

IAPAR, Londrina/PR

Saibro, J. C.

UFRGS, Porto Alegre/RS

Barro, R .S.

UFRGS, Porto Alegre/RS

Poli, C.H.E.C.
UFRGS, Porto Alegre/RS

Paulino, B. M.
Estagiário da Embrapa

Sumário

Introdução.....	9
Fundamentos eco-fisiológicos de forrageiras adaptadas ao sistema silvipastoril.....	11
Definição dos espaçamentos e arranjos arbóreos.....	12
A escolha de espécies forrageiras para a integração floresta-pecuária.....	15
Manejo de forrageiras em SSP.....	18
Considerações finais.....	20
Referências.....	22

Lista de Figuras

- Fig. 1.** Curva da resposta fotossintética de espécies cultivadas tropicais (C4) e temperadas (C3) em função da irradiação, adaptado de Gardner et al. (1985).....12
- Fig. 2.** Ambiente luminoso (micromoles de fótons $\text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$) em um sistema silvipastoril com linhas triplas de *Pinus elliottii* e *Eucalyptus grandis* (1000 árvores ha^{-1} , espaçamento 3x1,5x14m) em março de 2007 no Município de Alegrete/RS....14
- Fig. 3.** Ambiente luminoso (micromoles de fótons $\text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$) em um sistema silvipastoril com linhas triplas de *Pinus elliottii* e *Eucalyptus grandis* (500 árvores ha^{-1} , espaçamento 3x1,5x34m) em março de 2007 no Município de Alegrete/RS....15

Lista de Tabelas

- Tabela 1.** Produção de MS de espécies forrageiras submetidas a diferentes densidades *Pinus taeda* no período de agosto de 2006 a abril de 2007. Município de Abelardo Luz, SC⁽¹⁾17
- Tabela 2.** Produção potencial de espécies forrageiras à sombra. Dados pesquisados na literatura nacional e internacional.....18

Recomendações para a escolha e manejo de plantas forrageiras em sistemas silvipastoris no Sul do Brasil

A. C. Varella

J. Ribaski

V. P. Silva

A. B. Soares

A. Moraes

H. Moraes

J. C. Saibro

R. S. Barro

C. H. E. C. Poli

B. M. Paulino

Introdução

O cultivo de espécies florestais vem aumentando no Estado do Rio Grande do Sul (RS) nos últimos anos (INVENTÁRIO..., 2003; SOCIEDADE BRASILEIRA DE SILVICULTURA, 2001). Paralelamente a este cenário, é crescente também o interesse de empresas, produtores rurais, instituições de pesquisa, de ensino e de extensão por modelos de produção integrados, capazes de associar a vocação e o potencial pastoril dos Campos Sulbrasilenses com a recente atividade florestal instalada no Sul do Brasil. Um exemplo desta integração é o sistema que associa floresta-pecuária ou sistema silvipastoril (SSP).

Sistema silvipastoril ou de integração floresta-pecuária, "é uma modalidade dos sistemas agroflorestais e refere-se a um sistema de produção no qual espécies arbóreas e forrageiras são cultivadas em uma mesma unidade de área simultaneamente, com a presença de animais ruminan-

tes” (VEIGA; SERRÃO, 1990). Tal sistema representa uma forma de uso da terra onde as atividades de silvicultura e pecuária estão associadas para gerar uma produção complementar pela interação de seus componentes. Normalmente, nestes sistemas, as árvores são consideradas a principal fonte de rendimento e os animais, uma alternativa complementar.

O sucesso da integração da atividade de silvicultura com a pecuária está alicerçado no equilíbrio da exploração dos recursos naturais pelos três principais componentes bióticos deste sistema: a árvore, a pastagem e o animal ruminante. Quando as interações são equilibradas, desde o seu estabelecimento até a colheita final dos produtos, possibilitando a produção simultânea dos componentes arbóreo, forrageiro e animal, então temos um sistema *silvipastoril* verdadeiro. Contudo, ainda é comum verificar, em condições de propriedades rurais, dificuldades no estabelecimento deste manejo equilibrado entre os componentes. Isso determina que muitos empreendimentos, no extremo Sul do Brasil, realizem uma integração temporária ou *eventual*, isto é, apenas até o momento em que a árvore limite o crescimento da pastagem e a oferta de forragem.

Especificamente, a árvore e a pastagem “competem” diariamente pelo acesso preferencial aos recursos naturais disponíveis: a radiação, a água e os nutrientes. A presença da árvore pode impor, a partir de determinado estágio de desenvolvimento, condições restritivas de luminosidade para o crescimento das espécies forrageiras estabelecidas nas entrelinhas de um sistema silvipastoril. Também os fatores água e nutrientes podem tornar-se restritivos para um ou para ambos componentes, dependendo das condições ambientais e do grau de equilíbrio do sistema silvipastoril em condução. Contudo, não há dúvida de que o fator radiação é o elemento mais importante e determinante do potencial de crescimento das espécies forrageiras que crescem sob árvores em sistemas de integração floresta-pecuária. Assim, o sucesso de um sistema silvipastoril é possível a partir da escolha de espécies adaptadas e da aplicação de práticas de estabelecimento e de manejo do ambiente luminoso, capaz de produzir oferta de forragem aos animais sem prejudicar o crescimento e a produtividade da floresta.

O presente trabalho tem o objetivo de explorar os principais aspectos do manejo da radiação que determinam o potencial de crescimento das espécies forrageiras em sistemas silvipastoris. Práticas e recomendações

são sugeridas para que o produtor consiga obter o equilíbrio necessário entre os componentes árvore-pastagem-ruminante em seu empreendimento silvipastoril.

Fundamentos eco-fisiológicos de forrageiras adaptadas ao sistema silvipastoril

O crescimento das espécies forrageiras é determinado pela sua atividade fotossintética acumulada diante dos recursos ambientais disponíveis. Portanto, quando expostas ao sombreamento, a taxa de crescimento destas espécies é rapidamente restringida em função da limitação de energia necessária para os processos fotossintéticos. A Figura 1 mostra claramente que as espécies tropicais (C_4) e temperadas (C_3) apresentam repostas fotossintéticas bem distintas e, portanto, crescem diferentemente quando submetidas à restrição luminosa. A interpretação dessas curvas fotossintéticas pode ser dirigida também às espécies forrageiras tropicais e temperadas e nos auxiliam na definição das recomendações e práticas de manejo das forrageiras em SSP. Cita-se como exemplo da utilização do conhecimento fisiológico no manejo de plantas forrageiras sombreadas, o seguinte: a determinação do potencial produtivo das espécies forrageiras para a utilização em SSP; o estabelecimento do nível de sombreamento adequado, ou em outras palavras, a determinação dos espaçamentos arbóreos suficientes para permitir um acúmulo de forragem de qualidade; a orientação da frequência e intensidade de desfolha da pastagem no SSP, a partir do acúmulo de reservas da fotossíntese; etc.

A Figura 1 mostra que o comportamento médio fotossintético das espécies forrageiras temperadas praticamente não se altera quando a disponibilidade de radiação é superior a 50% da observada em pleno sol. Por outro lado, a atividade fotossintética das forrageiras tropicais cai bruscamente quando a radiação disponível é inferior à 80% do pleno sol. Além disso, níveis semelhantes de atividade fotossintética das espécies temperadas (máximo obtido entre 50 e 90% de radiação disponível) são alcançados nas forrageiras tropicais quando a radiação disponível está a apenas 30% daquela observada a pleno sol. Mesmo com tal sensibilidade ao sombreamento, a atividade fotossintética de forrageiras tropicais é quase sempre superior ao das temperadas quando o nível de radiação está entre 10 e 90% da radiação disponível a pleno sol. Apenas em condições

de elevado sombreamento ($< 10\%$ da radiação a pleno sol) a fotossíntese de forrageiras temperadas apresenta-se superior ao das tropicais. Entretanto, nestas condições de sombreamento, as taxas fotossintéticas são muito baixas ($< 10 \text{ mg CO}_2 \text{ dm}^{-2} \text{ h}^{-1}$) para proporcionar acúmulo suficiente de forragem, capazes de proporcionar um bom desempenho animal em SSP. Em termos gerais, pode-se afirmar que o nível de sombreamento máximo de 50% pode ser considerado como parâmetro para utilização de espécies de inverno em um SSP. Por outro lado, um nível de sombreamento de até 70% pode ser suficiente para muitas forrageiras tropicais crescerem satisfatoriamente em um SSP.

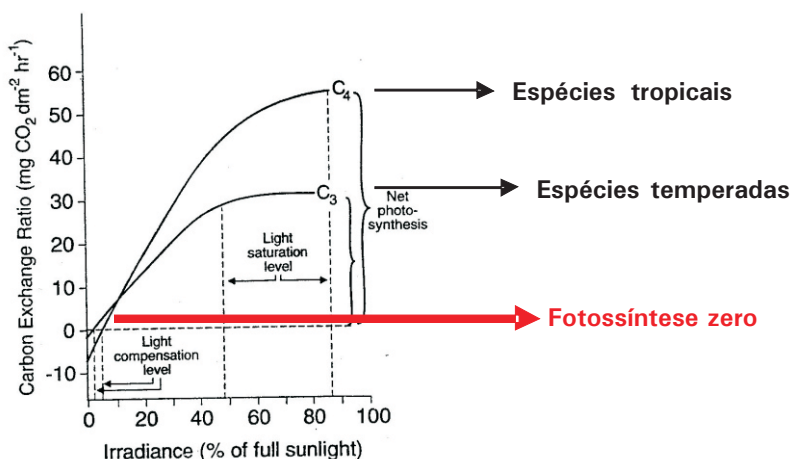


Fig. 1. Curva da resposta fotossintética de espécies cultivadas tropicais (C₄) e temperadas (C₃) em função da irradiação, adaptado de Gardner et al. (1985).

Definição dos espaçamentos e arranjos arbóreos

Uma das decisões mais importantes no estabelecimento de um SSP é a definição do espaçamento e arranjos de árvores. Esta decisão determinará a condição do ambiente luminoso para o crescimento das forrageiras desde o plantio até a colheita das árvores. Quanto maior o espaçamento entre as linhas das árvores, maior será a penetração de radiação no substrato forrageiro, favorecendo o acúmulo de biomassa. Entretanto, o espaçamento entre as linhas das árvores não pode ser tão grande a ponto de comprometer a quantidade e a qualidade do produto florestal por área de

terra e a cobertura arbórea desejada para a proteção dos animais e da pastagem.

Nos últimos anos, a pesquisa científica vem estudando o efeito de diferentes densidades de árvores em SSP no Sul do Brasil. No RS, por exemplo, áreas de estudo silvipastoril foram implantadas em arranjos de fileiras simples de árvores (eucalipto e acácia-negra) de: 3 x 2; 3 x 3; 3,5 x 3,5; 5 x 5; 6 x 2; 7 x 7; 9 x 3, 10 x 2, 15 x 3 e 12 x 2m, respectivamente entrelinha e linha da floresta (VARELLA; SAIBRO, 1999; CASTILHOS et al., 2003; SILVA; BARRO, 2005). Outros espaçamentos com eucalipto e acácia-negra também vêm sendo utilizados em estudos e em propriedades rurais no extremo Sul do Brasil, como: fileiras duplas com 10 x 2 x 2m ou triplas de 10 x 2 x 2 x 2; 20 x 3 x 1,5 e 40 x 3 x 1,5m (RIBASKI et al., 2005; VARELLA, 2008).

Em estudo realizado em propriedade rural do Município de Alegrete/RS (RIBASKI et al., 2005) está sendo acompanhando as alterações do ambiente luminoso em diferentes modelos de SSP. A disponibilidade média de radiação nas entrelinhas de um sistema convencional de plantio, aos 5 anos de idade, de *Eucalyptus grandis* e *E. dunni* (3 x 3m) foi de aproximadamente 10% e em *Pinus elliottii* (3 x 3m), de 60% em relação a pleno sol. Isso explica a presença de vegetação campestre nativa apenas no sistema com pinus, já que o crescimento inicial desta espécie arbórea é mais lento do que o eucalipto, permitindo maior incidência de radiação para a atividade fotossintética do substrato forrageiro.

Na mesma área, observou-se que o SSP de linhas triplas (3 x 1,5) x 20m, com as mesmas espécies arbóreas, apresentou uma disponibilidade de radiação média de 30% sob eucalipto e de 65% em pinus em relação ao pleno sol. Já, nos sistemas com linhas triplas de (3 x 1,5) x 40m, a disponibilidade de radiação média na entrelinha foi de aproximadamente 65% sob eucalipto e de 90% para pinus em relação ao pleno sol (Fig. 2 e 3). A presença da vegetação nativa nas entrelinhas foi crescente à medida que o ambiente luminoso ficou favorável às condições de fotossíntese (Fig. 1). É interessante observar o comportamento da radiação ao longo da entrelinha, oferecendo maior incidência na região central do que na proximidade da linha da árvore. Evidentemente, a atividade fotossintética e o acúmulo de biomassa forrageira seguem os padrões de variação da radiação ao longo da entrelinha, observados neste trabalho e em

vários outros estudos (WILSON; LUDLOW, 1990; VARELLA, 2002; PERI, 2002). A população de árvores que mais favoreceu o crescimento da pastagem nas entrelinhas foi de 500 árvores por ha até os 5 anos de idade. No que se refere ao SSP, este arranjo e população parece ser mais adequada e capaz de permitir uma integração floresta-pecuária de mais longo prazo. Entretanto, o produto florestal resultante de sistemas com baixa densidade de árvores parece favorecer a produção de madeira do que a de celulose. O crescimento arbóreo e a qualidade do produto florestal também estão sendo investigados neste estudo.

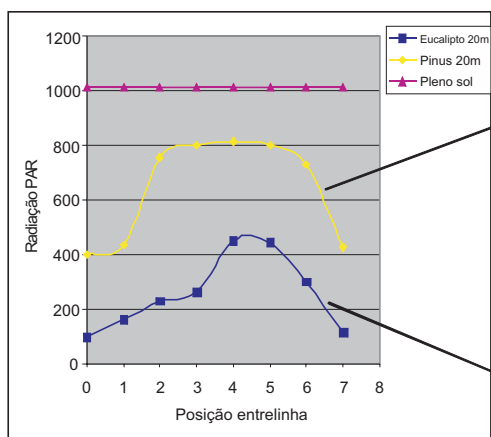


Fig. 2. Ambiente luminoso (micromoles de fótons $m^{-2} s^{-1}$) em um sistema silvipastoril com linhas triplas de *Pinus elliottii* e *Eucalyptus grandis* (1000 árvores ha^{-1} , espaçamento 3x1,5x14m) em março de 2007 no Município de Alegrete/RS.

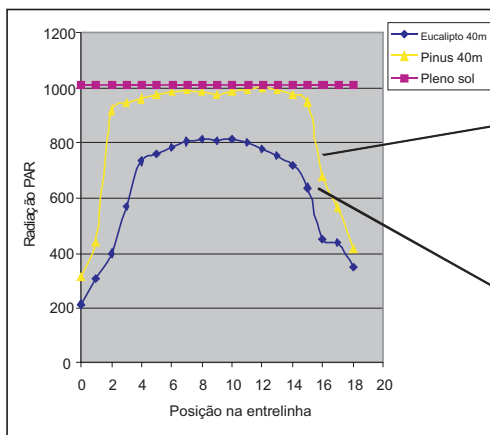


Fig. 3. Ambiente luminoso (micromoles de fótons $m^{-2} s^{-1}$) em um sistema silvipastoril com

A escolha de espécies forrageiras para a integração floresta-pecuária

A adaptação de espécies forrageiras para ambientes sombreados tem sido tema de pesquisa em diversas instituições do mundo. Avaliação e seleção de genótipos forrageiros são normalmente feitas em ambientes com sombra artificial (sob sombrites) ou natural (sob árvores) e comparada a produção a pleno sol. Uma primeira observação cabe ser feita nas metodologias utilizadas para avaliar o potencial destas espécies para utilização em SSP: existem vários exemplos de reduções relativas significativas na quantidade de genótipos forrageiros sombreados em relação à condição de pleno sol, mas que ainda assim resultam em um acúmulo e qualidade suficiente de forragem para bom desempenho animal. Pesquisas realizadas por Peri (2002) e Varella (2002) demonstraram que alfafa (*Medicago sativa*) e capim dos pomares (*Dactylis glomerata*) reduziram sua produção total anual de matéria seca (MS), sob 200 árvores ha^{-1} de *Pinus radiata*, em 30% e 20%, respectivamente, em relação ao pleno sol. Por outro lado, a alfafa apresentou a maior produção potencial de

forragem à sombra com 10,8 toneladas de MS ha⁻¹ comparada a 7,4 toneladas de MS ha⁻¹ de *Dactylis* anualmente. Portanto, o critério de produção potencial (máxima produção possível de um cultivo obtida em um determinado tempo e condição de campo) é o critério mais adequado para a seleção e avaliação de espécies forrageiras adaptadas ao SSP, acompanhados de seus atributos qualitativos e de persistência.

No Sul do Brasil, existem vários estudos sobre forrageiras em ambientes sombreados. Em um destes, recentemente foi realizado uma análise da produção potencial de espécies forrageiras cultivadas e nativas nos Estados do RS, SC e PR. Neste estudo, foi destacada a produção potencial de forrageiras de verão como (Tabela 1, dados em vermelho): *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, *Panicum maximum* cvs. Aruana, Tanzânia e Mombaça e *Axonopus catharinensis* crescendo sob *Pinus* sp. nos espaçamentos simples de 15 x 3 (35% de sombra) e 9 x 3m (65% sombra). No litoral do RS (BARRO, 2007), destacaram-se as espécies de inverno Aveia Preta (*Avena strigosa*) e Aveia Branca (*Avena sativa*), enquanto em SC (SARTOR et al., 2006), o Azevém anual (*Lolium multiflorum*) apresentou maior produção potencial sob sombra fraca de pinus 15 x 3m.

Tabela 1. Produção de MS de espécies forrageiras submetidas a diferentes densidades Pinus taeda no período de agosto de 2006 a abril de 2007. Abelardo Luz, SC (1).

Espécie	Pleno Sol	15x3		9x3	
		Copa	Meio	Copa	Meio
<i>P. maximum</i> cv. Aruana	27818 a A	9784 c C	20447 b B	2285 ef D	2708 cd D
<i>Brachiaria brizanta</i> cv. Marandu	26186 ab A	19866 a B	25375 a A	7166 b C	11802 a C
<i>Axonopus catharinensis</i>	24835 bc A	19153 a B	18850 b B	10151 a C	12401 a C
Tifton 85	24014 bc A	7410 d BC	9553 e B	5260 bc C	5080 b C
<i>Brachiaria decumbens</i> cv. Basilisk	23229 cd A	13459 b B	8697 e C	4703 cd C	6254 b C
<i>Hemarthria altissima</i>	21118 d A	9741 cd BC	12874 d B	6454 bc C	6943 b C
<i>P. maximum</i> cv. Tanzânia	21072 d A	12256 b B	15535 c AB	941 ef C	1095 de C
<i>P. notatum</i> cv. Pensacola	17352 e A	8608 cd C	12626 d B	0 f D	0 f D
<i>P. maximum</i> cv. Mombaça	13740 f A	13852 b A	10012 e AB	2568 de C	4683 bc BC
<i>Arachis pintoi</i> cv. Alqueire	6092 g A	2867 e B	2717 f B	715 ef C	1171 de C
<i>Arachis pintoi</i> cv. Amarillo	6014 g A	2396 e B	2009 f B	1124 ef B	1080 de B
Média	19482 A	10340 B	12772 B	4043 C	4862 C

*Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes, na linha, diferem ($P < 0,05$) pelo teste Tukey.

*Médias seguidas de letras minúsculas diferentes, na coluna, diferem ($P < 0,05$) pelo teste Tukey.

¹ Informação pessoal prestada pelo Professor André Brugnara Soares da UFT/Pato Branco/PR. Resultados de trabalho em parceria com a Embrapa Pecuária Sul, Florestas UFPR, UFRGS, IAPAR, UNICENTRO.

No mesmo trabalho, a produção potencial das espécies forrageiras nativas de verão *Paspalum regnelli* foi destacada, produzindo sob sombra artificial de 50% e 80% o equivalente a 18 e 16 toneladas de MS ha⁻¹, respectivamente. O *Paspalum dilatatum* também apresentou produção potencial anual de 10 e 7 toneladas de MS ha⁻¹, sob sombrite de 50 e 80%, respectivamente. Entre as espécies de inverno, o *Bromus auleticus* produziu 8 e 7 toneladas de MS ha⁻¹ e *B. catharticus* de 8 e 6 toneladas de MS ha⁻¹, respectivamente a 50 e 80% de sombreamento. Foi importante também destacar neste estudo a capacidade do *P. regnelli* e *B. catharticus* de disseminar-se por ressemeadura natural à sombra.

Outros trabalhos também confirmam as principais espécies forrageiras adaptadas ao SSP. Outras pesquisas também têm confirmado a tolerância superior das espécies de verão *Brachiaria brizantha*, *B. decumbens*, *Panicum maximum* e *Setaria sphacelata*. Outras forrageiras têm sido apontadas como medianamente tolerantes ao sombreamento, como: *Pennisetum purpureum* (capim elefante), *Hemarthria altíssima* (capim limpo), *Paspalum notatum* var *saurae* (pensacola), *Lolium multiflorum* (azevém anual), *Avena strigosa* (aveia preta), etc. (STÜR, 1990; CARVALHO et al., 1997; ANDRADE et al., 2002; PERI, 2002; GARCIA et al., 2003; CASTILHOS et al., 2003; LUCAS, 2004; BARRO, 2007). A Tabela 2 classifica, segunda dados da literatura nacional e internacional, às espécies forrageiras quanto a sua produção potencial em SSP. Estas indicações servem de guia aos empreendedores rurais, mas deve-se resguardar das variações que podem ocorrer, dependendo do ambientes e das práticas de manejo aplicadas.

Tabela 2. Produção potencial de espécies forrageiras à sombra. Dados pesquisados na literatura nacional e internacional.

Espécies Forrageiras com elevado potencial de produção em SSP (40-60 % sombreamento)	Espécies Forrageiras com médio potencial de produção em SSP (<40 % sombreamento)
<i>Axonopus catharinensis</i>	<i>Avena strigosa</i>
<i>Brachiaria brizantha</i> cv. Marandu	<i>Bromus catharticus</i>
<i>Brachiaria decumbens</i> cv. Basilisk	<i>Digitaria decumbens</i>
<i>Bromus auleticus</i>	<i>Hemarthria altíssima</i> cv. Florida
<i>Dactylis glomerata</i>	<i>Lolium multiflorum</i>
<i>Digitaria diversinervis</i>	<i>Lotus corniculatus</i>
<i>Lotus pedunculatus</i> cv Maku	<i>Medicago sativa</i>
<i>Panicum maximum</i> cv. Aruana	<i>Paspalum dilatatum</i>
<i>Panicum maximum</i> cv. Mombaça	<i>Paspalum notatum</i>
<i>Panicum maximum</i> cv. Tanzânia	<i>Trifolium repens</i>
<i>Paspalum conjugatum</i>	<i>Trifolium subterraneum</i>
<i>Paspalum regnelli</i>	<i>Trifolium vesiculosum</i>

Manejo de forrageiras em SSP

O manejo das plantas forrageiras em ambientes sombreados deve ser definido em função da quantidade e da velocidade de translocação das reservas na planta.

As forrageiras que crescem no sub-bosque de um SSP estão expostas às condições restritivas de quantidade e qualidade de radiação e, portanto, o acúmulo de CO₂ fixado pela fotossíntese nas folhas é inferior quando comparado com as plantas que crescem a pleno sol. Esta constatação foi confirmada em diversos trabalhos, como: Wilson e Ludlow (1990) com forrageiras tropicais, Walgenbach e Marten (1981) e Varella (2002) com alfafa, Peri et al. (2002) com *Dactylis* e Dias-Filho (2002) com *Brachiarias*; etc. Isso determina que as plantas em um SSP necessariamente acumulem uma quantidade inferior de reservas durante seu período de crescimento e, por isso, o manejo deve ser cuidadoso e, de certa forma, conservador. Além disso, normalmente as reservas de plantas submetidas ao sombreamento são translocadas e priorizadas para o crescimento da parte aérea (folhas particularmente) em detrimento do sistema radicular (WILSON; LUDLOW, 1990; PERI, 2002; VARELLA, 2002; LUCAS, 2004; BARRO, 2007). Considerando estes fundamentos fisiológicos, recomenda-se que o manejo do pastejo (condição de forragem no pré e pós pastejo) em SSP deve ser realizado de forma que as reservas das plantas não se esgotem e que a persistência não seja comprometida. O momento do pastejo em um SSP deve ser realizado somente após o máximo acúmulo de reservas na planta forrageira. Isso geralmente acontece após o momento de máxima expansão foliar por área de solo na pastagem, ou seja, após atingir o índice de área foliar crítico. Um bom indicativo para este o momento é quando as folhas (ou perfilhos ou brotações) inferiores estiverem totalmente sombreadas pelas camadas superiores da pastagem e comecem a apresentar sinais de senescência (morte dos tecidos). Mesmo no sistema de pastejo contínuo em um SSP, este momento inicial de pastejo deve ser aguardado para, então, introduzir bovinos ou ovinos, usando carga animal mais leve do que aquelas recomendadas para as pastagens a pleno sol. Finalmente, deve-se considerar que a translocação de reservas para os órgãos mais protegidos das plantas (base do colmo e raízes), em ambiente sombreado, acontecem de forma mais lenta e com uma quantidade inferior quando comparadas às pastagens abertas. O resíduo pós pastejo deve, portanto, ser mantido também de forma mais conservadora do que em pastagens à pleno sol, protegendo os locais de armazenamento destas reservas. O controle rigoroso da altura residual da pastagem em um SSP é fundamental para garantir uma boa produtividade. Assim, condições de superpastejo em um SSP podem facilmente comprometer o rebrote a persistência de plantas que crescem sob condições restritivas de luminosidade.

Considerações finais

A partir de um bom planejamento e tomadas de decisões corretas, é possível integrar as atividades florestal e de pecuária com benefícios econômicos e ambientais. Grande parte do insucesso observado em propriedades procede de decisões equivocadas a respeito da escolha e do manejo de espécies forrageiras em um SSP. A partir dos fundamentos e evidências apresentadas neste trabalho, podemos recomendar os seguintes pontos para se obter o sucesso em um empreendimento silvipastoril:

- Procurar implantar as árvores em pastagem já formadas e não vice-versa; A competição da pastagem com as árvores nos primeiros anos de estabelecimento podem ser realizados quimicamente ou biologicamente, através do pastejo com ovinos;
- Escolher o espaçamento e o arranjo arbóreo adequado aos objetivos do projeto, incluindo a finalidade do produto florestal. Plantas forrageiras geralmente apresentam quedas bruscas de produtividade com sombreamento maior de 50%. Buscar exemplos de espaçamentos que contemplem este limite de luminosidade durante a maior parte do empreendimento, como as linhas triplas (3 x 1,5) x 20m e (3 x 1,5) x 40m;
- Para priorizar espécies forrageiras de verão, a orientação leste-oeste das linhas de plantio é a preferencial nas latitudes do Sul do Brasil. Para priorizar as espécies forrageiras de inverno, a orientação norte-sul parece ser a mais adequada;
- Preferir espécies forrageiras perenes ou anuais com boa ressemeadura em sistemas silvipastoris, já que a germinação, emergência e estabelecimento inicial destas espécies são difíceis em ambientes já sombreados.
- Recomenda-se um manejo de pastagem mais cuidadoso (menos intensidade e menor frequência de pastejo), evitando sempre o sobrepastejo. Lembre-se que pastagens sombreadas realizam menos fotossíntese e, portanto, acumulam menos reservas que uma pastagem à pleno sol;
- Caso o sombreamento se torne excessivo ao longo do empreendimento, o produtor poderá melhorar a incidência de radiação na pastagem com desbastes (eliminação sistemática de linhas de árvores) ou desrama (poda dos

ramos laterais das árvores);

Referências

ANDRADE, C. M. S.; CARNEIRO, J. C.; VALENTIM, J. F. Efeito do sombreamento sobre as taxas de acumulação de matéria seca de quatro gramíneas forrageiras. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39., 2002, Recife. **Anais...** Recife: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2002. 1 CD-ROM.

BARRO, R. S. **Rendimento de forragem e valor nutritivo de forrageiras de estação fria submetidas a sombreamento por *Pinus elliottii* e ao sol pleno.** 2007. 130 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2007.

CARVALHO, M. M.; SILVA, J. L. O.; CAMPOS JUNIOR, B. A. Produção de matéria seca e composição mineral da forragem de seis gramíneas tropicais estabelecidas em um sub-bosque de angico-vermelho. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 26, n. 2, p. 213-218, 1997.

CASTILHOS, Z. M. S.; SAVIAN, J. F.; BARRO, R. S.; FERRÃO, P. S.; AMARAL, H. R. B. Desempenho de cultivares de *Panicum maximum* Jacq. ao sol e sob bosque de eucalipto. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 40., 2003, Santa Maria, RS. **Resumos...** Santa Maria: UFSM, 2003.

DIAS-FILHO, M. B. Photosynthetic light response of the c4 grasses *Brachiaria brizantha* and *B. humidicola* under shade. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 59, n. 1, p. 65-68, jan./mar. 2002.

GARCIA, R.; COUTO, L.; ANDRADE, C. M. S.; TSUKAMOTO-FILHO, A. A. **Sistemas silvipastoris na Região Sudeste**: a experiência da CMM. Texto da palestra apresentada no Seminário Sistemas Agroflorestais e Desenvolvimento Sustentável. Campo Grande, MS, 2003. Disponível em: <<http://saf.cnpqg.embra.br/publicações/22.pdf>>. Acesso em: 9 dez. 2008.

GARDNER, F. P.; PEARCE, B. B.; MITCHELL, R. L. **Physiology of crop plants**. Ames: Iowa State University Press, 1985. 327 p.

INVENTÁRIO florestal contínuo. Porto Alegre: Secretaria do Meio Ambiente; Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, [2003]. Disponível em: < <http://coralx.ufsm.br/ifcrs/index.php>>. Acesso em: 12 dez. 2008.

LUCAS, N. M. **Desempenho animal em sistema silvipastoril com acácia-negra (*Acacia mearnsii* De Wild.) e rendimento de matéria seca de cultivares de *Panicum maximum* Jacq. sob dois regimes de luz solar**. 2004. 127 p. Tese (Doutorado) – Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004.

PERI, P. L. **Leaf and canopy photosynthesis models for cocksfoot (*Dactylis glomerata* L.) grown in a silvopastoral system**. 2002. 291 f. Thesis (PhD) - Lincoln University, Lincoln, Canterbury, New Zealand, 2002.

PERI, P. L.; McNEIL, D. L.; MOOT, D. J.; VARELLA, A. C.; LUCAS, R. J. Net photosynthetic rate of cocksfoot leaves under continuous and fluctuating shade conditions in the field. **Grass and Forage Science**, Oxford, v. 57, n. 2, p. 157-170, Jun. 2002.

RIBASKI, J.; DEDECEK, R. A.; MATTEI, V. L.; FLORES, C. A.; VARGAS, A. F. C.; RIBASKI, S. A. G. **Sistemas silvipastoris**: estratégias para o desenvolvimento rural sustentável para a metade Sul do Estado do Rio Grande do Sul. Colombo/PR: Embrapa Florestas, 2005. 8 p. (Embrapa-Florestas. Comunicado técnico, 150).

SARTOR, L. R.; MEZZALIRA, J. C.; SOARES, A. B.; ADAMI, P. F.; FONSECA, L.; MIGLIORINI, F. Produção de forrageiras hibernais em sistema silvipastoril. In: SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA, 11., 2006, Curitiba. **Anais...** Curitiba: UTFPR, [2006]. 1 CD ROM.

SILVA, J. L. S.; BARRO, R. S. O estado da arte em integração silvipastoril. In: CICLO DE PALESTRAS EM PRODUÇÃO E MANEJO DE BOVINOS - ÊNFASE: PRODUÇÃO ANIMAL: MITOS, PESQUISA E ADOÇÃO DE TECNOLOGIA, 10., 2005, Canoas. **Anais...** Canoas: Ed. ULBRA, 2005. p. 45-107.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE SILVICULTURA. **Estatísticas**. Área de reforma e plantio por região em 2005 de espécies florestais madeireiras. São Paulo, 2001. Disponível em: <<http://www.sbs.org.br/estatisticas.htm>>. Acesso em: 12 dez. 2008.

STÜR, W. W. Screening forage species for shade tolerance-a preliminary report. In: SHELTON, H. M.; STÜR, W. W. (Ed.). **Forages for plantation crops**. Canberra: ACIAR, 1990. p. 58-63.

VARELLA, A. C. Escolha e manejo de plantas forrageiras para sistemas de integração floresta-pecuária no sul do Brasil. In: Seminário de Pecuária de Corte, 5., 2008, Bagé. **Palestras...** Bagé: Embrapa Pecuária Sul, 2008. p. 67-83. Disponível em: <<http://www.embrapa.cppsul.br/publicações>>. Acesso em: 5 fev. 2009.

VARELLA, A. C. **Modelling lucerne (*Medicago sativa* L.) crop response to light regimes in an agroforestry system**. 2002. 269 f. Thesis (Ph.D) - Lincoln University, Lincoln, Canterbury, New Zealand.

VARELLA, A. C.; SAIBRO, J. C. Uso de bovinos e ovinos como agentes de controle da vegetação nativa sob três populações de eucalipto. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 28, n. 1, p. 30-34, 1999.

VEIGA, J. B.; SERRÃO, E. A. S. **Sistemas silvipastoris e produção animal nos trópicos úmidos**: a experiência da Amazônia brasileira. Campinas: SBZ: FEALQ, 1990. p. 37-68.

WALGENBACH, R. P.; MARTEN, G. C. Release of soluble protein and nitrogen in alfalfa. III. Influence of shading. **Crop Science**, Madison, v. 21, n. 6, p. 859-862, Nov. 1981.

WILSON, J. R.; LUDLOW, M. M. The environment and potential growth of herbage under plantations. In: SHELTON, H. M.; STÜR, W. W. (Ed.). **Forages for plantation crops**. Canberra: ACIAR, 1990. p. 10-24.



Pecuária Sul